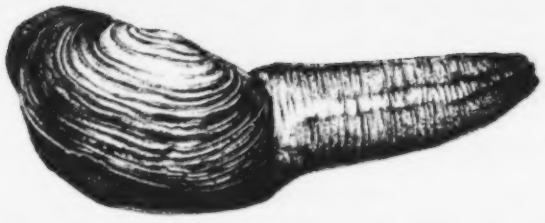
Pêches et Océans Canada
Fisheries and Oceans Canada

Sciences des écosystèmes et des océans
Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique
Avis scientifique 2017/037

MISE À JOUR DES MÉTHODES D'ESTIMATION DE L'INDICE DE LA TAILLE DU STOCK DE PANOPE (*PANOPEA GENEROSA*)



Panope du Pacifique (Panopea generosa)

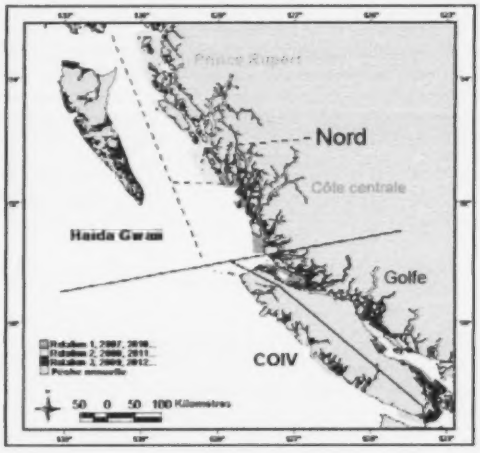


Figure 1. Carte de la Colombie-Britannique illustrant l'emplacement des cinq régions géographiques (Haida Gwaii, Prince Rupert, côte centrale, Golfe et côte ouest de l'île de Vancouver) de la pêche de la panope.

Contexte

La pêche de la panope en Colombie-Britannique (C.-B.) est gérée par sous-gisement. Le point de référence limite (PRL) est défini comme la biomasse actuelle équivalant à 40 % de la biomasse non exploitée estimée. L'indice de stock, défini comme le rapport de la biomasse actuelle et de la biomasse non exploitée, est calculé pour chaque gisement, et les gisements dont l'indice de stock est inférieur à 0,4 sont fermés à la pêche (Bureau et al. 2012).

Quelques gisements de panopes ont fait l'objet d'un relevé avant la première pêche. En conséquence, la biomasse non exploitée a été estimée comme étant la somme de la biomasse actuelle d'un gisement et des prélèvements par la pêche commerciale à ce même gisement, en supposant que le recrutement et la mortalité naturelle sont équivalents, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de production excédentaire.

En cas de production excédentaire, la méthode actuelle d'estimation de la biomasse non exploitée du cadre d'évaluation du stock de panope (Bureau et al. 2012) peut donner des estimations erronées de l'indice de stock et de l'ensemble des gisements de panopes atteignant possiblement le PRL, quel que soit l'état réel du stock. Il pourrait s'agir d'un artefact de la méthode actuellement utilisée pour estimer la biomasse non exploitée et donc ne pas représenter l'état réel du stock.

La Direction générale de la gestion des pêches et de l'aquaculture de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de fournir un examen des méthodes actuellement utilisées pour estimer la biomasse non exploitée de la panope ainsi que d'autres méthodes d'estimation de la biomasse non exploitée de l'espèce. L'avis découlant du présent rapport servira à mettre à jour les méthodes d'estimation de la biomasse non exploitée et de l'indice de stock afin d'éliminer les biais

Canada

décelés.

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 15 au 16 mars 2017 sur Mise à jour des méthodes d'estimation de l'indice de la taille du stock de panope (Panopea generosa). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

SOMMAIRE

- Pour chaque sous-gisement de panopes, la biomasse vierge (B_0) est maintenant définie comme étant l'équilibre théorique à long terme de la biomasse exploitable en l'absence de pêche. Comme B_0 ne peut être estimée au moyen des méthodes actuelles si une pêche a été pratiquée avant le premier relevé, l'estimation de la biomasse exploitable non exploitée (B') sera utilisée comme indicateur de B_0.
- Les méthodes actuelles d'estimation de B' dans les gisements, ayant fait l'objet d'un relevé ou non, sont passées en revue.
- Des simulations ont révélé que la méthode actuelle génère des estimations biaisées de B' et de l'indice de stock si l'hypothèse d'absence de « production excédentaire » du modèle actuel est infirmée.
- D'après les données disponibles, une analyse documentaire, une évaluation des stocks de pêche et une théorie soutenant une croissance de la population, il est peu probable que l'hypothèse d'une « absence de production excédentaire » dans le modèle actuel se trouve confirmée.
- D'autres façons d'estimer B' dans les gisements ayant fait l'objet d'un relevé ou non ont été présentées, avec leurs hypothèses, avantages et inconvénients connexes.
- En ce qui concerne les gisements de panopes ayant fait l'objet d'un relevé, l'option 3B (la biomasse non exploitée correspond à la somme de la biomasse du premier relevé et des débarquements d'avant 1989) a été recommandée pour estimer la biomasse non exploitée (B').
- Dans le cas des gisements de panopes n'ayant pas fait l'objet d'un relevé, l'option 2 (utilisation des estimations régionales de la densité non exploitée pour estimer la biomasse non exploitée [B']) a été recommandée.
- Il est recommandé d'estimer à nouveau la biomasse non exploitée (B') lorsque les estimations de la biomasse actuelle de panope sont mises à jour, de manière à utiliser les données les plus récentes (superficie du gisement, poids moyen et densité de la panope).
- Des méthodes sont présentées afin d'estimer l'indice de stock pour chaque sous-gisement de chaque gisement de panopes, qu'il ait fait l'objet d'un relevé ou non. Ces méthodes profitent de l'exactitude des données sur les débarquements disponibles depuis 2006. Il est recommandé de calculer l'indice de stock pour chaque sous-gisement plutôt que pour chaque gisement.
- Il est recommandé de se pencher sur l'utilisation de méthodes probabilistes, qui intégreraient les incertitudes dans la biomasse estimée, plutôt que les méthodes déterministes actuelles afin de déterminer la probabilité que l'indice de stock soit supérieur à 0,4.
- Compte tenu de l'incidence du poids moyen de la panope sur l'estimation de B', il est recommandé de mener une autre analyse des données sur le poids moyen de la panope et

de déterminer comment le poids moyen est estimé aux fins d'utilisation dans l'estimation de B'.

- Il est recommandé de réaliser des recherches supplémentaires en vue des futures modifications potentiellement nécessaires du cadre d'évaluation du stock de panope en raison de l'expansion de l'aire de répartition de la loutre de mer sur la côte de la C.-B.

INTRODUCTION

La pêche commerciale de la panope du Pacifique (*Panopea generosa*) a débuté en 1976 en C.-B. et est depuis devenue l'une des pêches les plus rentables de la province, se chiffrant à 44,7 millions de dollars pour la saison de pêche 2016-2017 (J. Austin, comm. pers.). En C.-B., la pêche à la panope est gérée par sous-gisement. Sur la côte de la C.-B., il y a 2 859 gisements, composés de 5 214 sous-gisements dont la superficie varie entre 0,03 et 573,3 ha. Pour chaque gisement, la biomasse actuelle (B_c) de la panope est estimée comme étant le produit de la superficie du gisement, de la densité des panopes dans le gisement et du poids moyen des panopes du gisement. En ce qui concerne les gisements ayant fait l'objet d'un relevé, le dernier relevé est utilisé pour estimer B_c, tandis que pour les gisements n'ayant pas fait l'objet d'un relevé, on utilise les données sur la densité actuelle des gisements à proximité ayant fait l'objet d'un relevé pour extrapoler B_c. Les estimations de la biomasse actuelle sont mises à jour chaque année pour intégrer les données les plus récentes dans les estimations (p. ex., estimations de la densité dans les gisements ayant récemment fait l'objet d'un relevé). Les niveaux de prélèvement sont établis en fonction des taux d'exploitation annuels régionaux de 1,2 % et de 1,8 % et des estimations de la biomasse actuelle pour chacun des gisements (Bureau *et al.* 2012).

Le PRL de la pêche de la panope en C.-B. est défini comme la biomasse actuelle correspondant à 40 % de l'estimation de la biomasse vierge (Zhang et Hand 2007). La biomasse vierge (B_0) est généralement définie comme l'équilibre théorique à long terme en l'absence de pêche et ne constitue pas une valeur mesurée, mais est généralement déduite à partir de modèles (Glossaire du service des pêches de la National Oceanic and Atmospheric Administration). Jusqu'à maintenant, dans les cadres d'évaluation de la panope en C.-B. (Hand et Bureau 2012; Bureau *et al.* 2012), l'estimation de la biomasse exploitable non exploitée correspondait à la biomasse vierge (B_0). Il y a une différence dans le document de travail entre la valeur théorique de B_0 et l'estimation de la biomasse exploitable non exploitée, maintenant appelée B'. Dorénavant, B' servira à faire référence à l'estimation de la biomasse exploitable non exploitée de panope (avant le début de la pêche commerciale).

En vertu du modèle actuel, la biomasse exploitable non exploitée de panope (B') est estimée comme étant la somme de la biomasse actuelle (B_c) et des débarquements historiques pour un gisement (L_t).

$$B' = B_c + L_t$$

L'indice de stock, défini comme la proportion de l'estimation de la biomasse actuelle moyenne (B_c, estimation moyenne) et de l'estimation de la biomasse non exploitée (B'), est estimé pour chaque gisement (Bureau *et al.* 2012). Les gisements dont l'indice de stock est inférieur à 0,4 sont fermés à la pêche commerciale.

La méthode actuelle d'estimation de la biomasse non exploitée de panope suppose que :

1. les populations de panopes étaient en état d'équilibre au début de la pêche, ce qui signifie que la biomasse vierge d'un gisement correspond à la capacité de charge stable de ce gisement.

2. Le recrutement et la mortalité naturelle sont en état d'équilibre, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de production excédentaire après le début de la pêche à un gisement. Cela signifie également qu'il n'y a pas de rétablissement à la suite de la pêche lorsque l'abondance chute sous la capacité de charge en raison de la pêche, contrairement aux nombreux modèles d'évaluation de la croissance de la population (modèles logiques ou de Schafer) et des stocks de pêche (comme les modèles de Beverton-Holt ou de Ricker).

En cas de production excédentaire, les estimations de la biomasse non exploitée augmenteront, et donc les relevés subséquents afficheront des indices de stocks erronés (trop faibles). Ce biais dans l'indice de stock estimé finira par amener les gisements de panopes au PRL et entraînera des fermetures précoces de la pêche sur les gisements ayant fait ou non l'objet d'un relevé, quel que soit l'état réel du stock.

ÉVALUATION

Des simulations ont été effectuées pour illustrer le comportement de la méthode actuelle d'estimation de *B'* lorsque l'hypothèse d'absence de production excédentaire est soutenue et lorsqu'elle ne l'est pas (figures 2 et 3). Les simulations ont démontré que le modèle actuel est adéquat en l'absence de production excédentaire (figures 2A et 3A), mais qu'un biais apparaît dans les estimations de *B'* et de l'indice de stock lorsqu'il y a une production excédentaire (figures 2B et 3B). Plus le nombre de gisements de panopes faisant l'objet d'un nouveau relevé augmente, plus les impacts des biais illustrés dans les simulations s'accroissent, en présence de production excédentaire. Puisque les gisements devant faire l'objet d'un nouveau relevé sont souvent considérés comme étant importants pour la pêche commerciale, les biais d'estimation pourraient avoir un impact disproportionné sur ces gisements « importants ». Une nouvelle méthode d'estimation de *B'* sans les biais susmentionnés est donc souhaitable, en cas de production excédentaire.

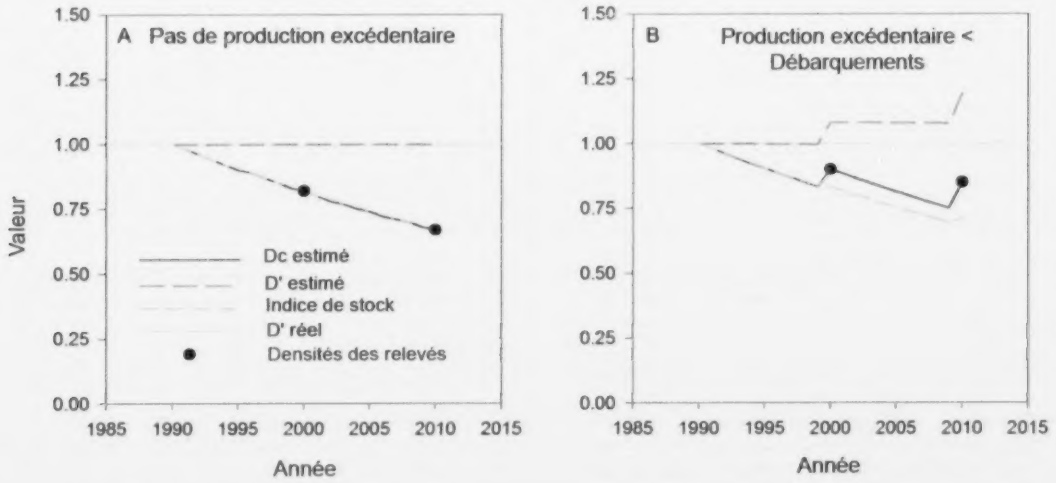


Figure 2. Simulations de l'estimation de la densité actuelle de panope (D_c), de la densité non exploitée (D') et de l'indice de stock, (A) en supposant qu'il n'y a pas de production excédentaire, et (B) avec une production excédentaire, sur une période de 20 ans, à l'aide de la méthode actuelle d'estimation de D'. Les valeurs réelles de l'indice de stock sont les mêmes que les estimations de D_c (trait noir).

La méthode actuelle d'estimation de la biomasse non exploitée de panope sera adéquate seulement si l'hypothèse d'absence de production excédentaire est confirmée. Les données de

relevés sur la densité et les débarquements pour les gisements qui ont fait l'objet de plus d'un relevé ont été passées en revue pour déterminer s'il y a des preuves de production excédentaire dans les gisements commerciaux de panopes en C.-B. Les taux moyens de production excédentaire entre les relevés ont été estimés et sont bien supérieurs à zéro dans toutes les régions, sauf la côte centrale, et ce, malgré le haut taux d'incertitude relative aux estimations de la densité des panopes (attribuable à des facteurs comme les différents sites de transects entre les relevés consécutifs, les périodes des relevés, les facteurs d'observation de la panope, et la répartition inégale des panopes dans les gisements et entre eux). Le rétablissement après la pêche a aussi été démontré pour la panope dans l'État de Washington (Goodwin et Bradbury 2000; Orensanz *et al.* 2004). De plus, les modèles d'évaluation de la croissance de la population et de la pêche prévoient habituellement une production excédentaire après le début de l'exploitation d'un stock. L'hypothèse d'une absence de production excédentaire dans le modèle actuel est donc peu probable, et il est souhaitable d'utiliser d'autres méthodes d'estimation de *B*'.

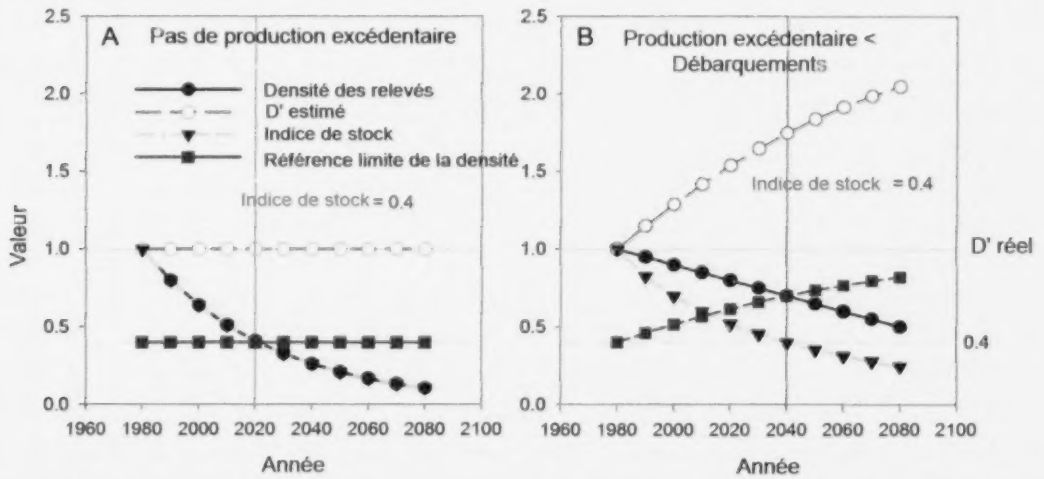


Figure 3. Simulations à long terme de l'estimation de la densité actuelle de panope (D_c), de la densité non exploitée (D') et de l'indice de stock, (A) en supposant qu'il n'y a pas de production excédentaire, et (B) en supposant une production excédentaire. Les valeurs réelles de l'indice de stock sont les mêmes que les traits noirs correspondant à la densité observée lors des relevés.

Diverses autres méthodes d'estimations de *B*' sur les gisements ayant fait l'objet d'un relevé ont été envisagées. Ces méthodes ont été évaluées en fonction du nombre et de la validité des hypothèses, de leur applicabilité et de la faisabilité de leur mise en œuvre. Les méthodes proposées sont toutes meilleures que la méthode actuelle, car elles utilisent la biomasse tirée du premier relevé afin de stabiliser *B*' au lieu d'utiliser le plus récent relevé.

Les méthodes présentées pour les gisements ayant fait l'objet de relevés sont les suivantes :

1. Option 1 : *B*' correspond à la somme de la biomasse du premier relevé et des débarquements avant le premier relevé.
2. Options 2A-2D : Ces options intègrent les estimations de la production excédentaire dans l'estimation de *B*'. Les taux de production excédentaire peuvent être fixés (au moyen d'une valeur prudente tirée de la documentation [2A]), estimée à partir des données de relevés (valeurs pour chaque gisement [2B] ou de valeurs régionales moyennes [2C]), ou déterminées à partir des distributions selon l'âge (2D) comme dans Hand et Dovey (1999).

3. Option 3A : *B*' correspond à la biomasse du premier relevé et suppose que la production excédentaire avant le premier relevé est égale aux prélèvements par la pêche avant le premier relevé.
4. Option 3B : *B*' correspond à la somme de la biomasse du premier relevé et des débarquements d'avant 1989. Cette option peut être considérée comme un juste milieu entre les options 1 et 3A, car seule une partie des débarquements d'avant le premier relevé est additionnée à l'estimation de la biomasse tirée du premier relevé. Cela suppose qu'il n'y avait pas de production excédentaire avant 1989, et qu'elle était équivalente aux débarquements avant le premier relevé après 1989.
5. Option 4 : Cette option utilise une approche hybride en fonction des données disponibles, ce qui signifie que différentes méthodes sont utilisées selon qu'un gisement a fait l'objet d'un ou de plusieurs relevés.

En ce qui concerne les gisements n'ayant fait l'objet d'aucun relevé, il y a deux options possibles :

1. L'option 1 ne modifie pas les méthodes de calcul de *B*'. La biomasse actuelle peut être extrapolée à partir des données des gisements proches ayant fait l'objet de relevés ainsi que des débarquements cumulatifs ajoutés.
2. L'option 2 utilise les estimations régionales de la densité non exploitée des gisements ayant fait l'objet d'un relevé pour estimer la valeur de *B*' sur les gisements n'ayant pas fait l'objet d'un relevé. Les hypothèses soutenant cette méthode ne dépendent pas de la méthode choisie pour estimer *B*' sur les gisements ayant fait l'objet d'un relevé.

Lorsque le plus récent cadre d'évaluation de la panope a été mis en œuvre en 2008 (Bureau *et al.* 2012), la plus petite échelle spatiale possible pour estimer l'indice de stock était par sous-gisement. Depuis 2006, la pêche à la panope est gérée par sous-gisement, augmentant ainsi l'exactitude spatiale des données sur les débarquements. Des méthodes ont été présentées pour estimer l'indice de stock de la panope par sous-gisement pour l'ensemble des gisements afin de tirer profit de l'exactitude accrue des données sur les débarquements depuis 2006. Les méthodes proposées pour estimer l'indice du stock par sous-gisement dans les gisements qui ont fait l'objet d'un relevé laissent aussi entendre que la biomasse actuelle (B_c) devrait être estimée par sous-gisement.

Résultats

L'option 3B a été recommandée pour estimer *B*' sur les gisements ayant fait l'objet d'un relevé. En raison des forts débarquements des premières années de la pêche, l'option 3A suppose que la production excédentaire était proportionnellement élevée durant cette période. Cette hypothèse n'est peut-être pas réaliste pour les années où les débarquements étaient importants; il est donc justifié d'exclure certaines des premières années de la pêche pour lesquels les débarquements étaient élevés. L'option 3B n'émet aucune hypothèse quant à la production excédentaire après le premier relevé. L'option 3B s'applique à tous les gisements ayant fait l'objet d'un relevé et peut facilement être mise en œuvre. L'option 3B a été choisie plutôt que l'option 3A parce que l'hypothèse voulant que « la production excédentaire corresponde aux débarquements » de l'option 3A n'est pas réaliste pour les années de pêches avant 1989.

L'option 2 est recommandée pour les gisements n'ayant pas fait l'objet d'un relevé, car elle utilise l'estimation de la densité non exploitée des gisements ayant fait l'objet d'un relevé pour extrapoler *B*' dans les gisements n'ayant pas fait l'objet d'un relevé. Cette méthode dépend donc des méthodes d'estimation de *B*' pour les gisements ayant fait l'objet d'un relevé ainsi que

de l'hypothèse selon laquelle l'estimation de la densité non exploitée sur les gisements proches ayant fait l'objet de relevés est représentative de celle des gisements n'ayant pas fait l'objet de relevés.

Il est recommandé de commencer à calculer l'indice de stock de la panope par sous-gisement plutôt que par gisement. L'exactitude accrue des données sur les débarquements depuis 2006 permettra d'obtenir des estimations plus précises de l'indice de stock à l'avenir, si les calculs sont réalisés par sous-gisement.

Considérations écosystémiques

La loutre de mer est un prédateur de la panope. Au fur et à mesure que l'abondance et l'aire de répartition de la loutre de mer s'étendent en C.-B., ses impacts sur les stocks commerciaux de panopes sont aussi susceptibles de s'amplifier. La prédation par la loutre de mer pourrait causer un déphasage de l'équilibre des niveaux de population de la panope. Après l'établissement de la loutre de mer dans la région, il serait justifié de mettre à jour l'estimation de *B'* de la panope pour tenir compte d'un nouveau régime de l'abondance. Il est recommandé de réaliser d'autres recherches à l'appui des futures modifications du cadre d'évaluation du stock de panope qui pourraient être nécessaires pour évaluer les stocks de panope en réponse à l'expansion de l'aire de répartition de la loutre de mer sur la côte de la C.-B.

Les impacts potentiels du changement climatique et d'autres changements connexes (comme l'acidification des océans) sur les stocks de panope sont mal compris et constituent une source d'incertitude dans le cadre de la pêche de la panope. Des températures plus chaudes de la surface de la mer ont été associées à une croissance accrue des panopes (Black *et al.* 2009). Cependant, les écloseries de panope dans l'État de Washington ont affiché un faible taux de survie ces dernières années, et l'acidification des océans en est peut-être la cause. Par conséquent, l'impact global possible du changement climatique sur les stocks de panope en C.-B. demeure inconnu.

Sources d'incertitude

Les tendances dans le poids moyen de la panope au fil du temps n'ont pas été étudiées. Toute la série chronologique de données disponibles sert à estimer les poids moyens utilisés dans les calculs de *B'*. Si le poids moyen a changé au fil du temps, cela pourrait se traduire par une incertitude accrue dans les estimations de la biomasse.

Seulement 228 gisements de panopes ont fait l'objet de plus d'un relevé. Les gisements sélectionnés aux fins d'un nouveau relevé sont parfois des gisements jugés productifs ou d'importance commerciale, ce qui signifie que les gisements faisant l'objet de plus d'un relevé n'ont pas été choisis de manière aléatoire le long de la côte. Ces gisements ne sont donc peut-être pas représentatifs de l'ensemble des gisements de panopes dans une région donnée. De plus, les estimations de la densité obtenues lors des relevés par plongée sont d'ordinaire peu précises. Compte tenu de l'incertitude dans les estimations de la densité et des possibles biais liés aux nouveaux relevés dans les gisements productifs, il faut faire preuve de prudence lors de l'interprétation et de l'utilisation des estimations de la production excédentaire dérivées des valeurs de la densité.

Une incertitude entoure les données sur les débarquements de panope, surtout pour les années précédant 1989 en raison d'un mauvais géoréférencement et du faible taux de déclaration des débarquements avant la mise en œuvre de la validation à quai de tous les débarquements en 1989.

Travaux à venir

Il est recommandé que les travaux à venir envisagent de recourir à des méthodes probabilistes afin de tenir compte de l'incertitude dans les intrants des estimations de la biomasse (au moyen des méthodes recommandées d'estimation de l'indice de stock et de *B'*), pour la comparer à la probabilité que l'indice de stock soit supérieur à 0,4. Cette approche améliorerait la conformité de la pêche de la panope au Cadre pour la pêche durable du MPO, qui intègre l'approche de précaution.

Il est proposé d'envisager d'autres méthodes d'estimation de *B'* pour la panope au lieu des méthodes déterministes actuelles, comme les modèles bayésiens de production excédentaire ou de type différence-délai.

Il est recommandé de mener d'autres recherches pour analyser les tendances dans le poids moyen de la panope au fil du temps, car les changements potentiels du poids moyen pourraient avoir une incidence sur les estimations de *B'*.

Ces recherches devraient aussi étudier les impacts de la loutre de mer et tenter de déterminer les autres effets environnementaux possibles. Cela demande une surveillance à long terme de certains sites où des données ont déjà été recueillies sur la côte Sud, et cette surveillance pourrait s'étendre à la côte Nord. Sinon, il est possible d'utiliser des sites témoins pour surveiller les effets combinés du recrutement et de la mortalité naturelle. Il est recommandé d'analyser les dernières données d'échantillonnage biologique de la panope pour étudier les récentes tendances dans le recrutement de l'espèce sur la côte de la C.-B.

CONCLUSIONS ET AVIS

Les discussions, les conclusions et les recommandations découlant du présent processus d'examen régional par les pairs sont résumées ci-après :

- Pour chaque sous-gisement de panopes, la biomasse B_0 est maintenant définie comme l'équilibre théorique à long terme de la biomasse exploitable en l'absence de pêche. Comme B_0 ne peut être estimée au moyen des méthodes actuelles lorsqu'une pêche a été pratiquée avant le premier relevé, l'estimation de la biomasse exploitable non exploitée (*B'*) sera utilisée comme indicateur de B_0.
- Des simulations ont révélé que le modèle actuel d'estimation de *B'* génère des estimations biaisées de *B'* et de l'indice de stock si l'hypothèse d'absence de production excédentaire du modèle actuel est infirmée.
- D'après les données disponibles, une analyse documentaire, une évaluation des stocks de pêche et une théorie soutenant une croissance de la population, il est peu probable que l'hypothèse d'une absence de production excédentaire dans le modèle actuel se trouve confirmée (c.-à-d. qu'il y a probablement une production excédentaire).
- En ce qui concerne les gisements de panopes ayant fait l'objet de relevés, la biomasse non exploitée (*B'*) est estimée à l'aide de l'option 3B (la biomasse non exploitée est égale à la somme de la biomasse du premier relevé et des débarquements d'avant 1989).
- En ce qui concerne les gisements de panopes n'ayant pas fait l'objet d'un relevé, la biomasse non exploitée (*B'*) est estimée à l'aide de l'option 2 (utilisation des estimations régionales de la densité non exploitée pour estimer la biomasse non exploitée).
- La biomasse non exploitée (*B'*) doit faire l'objet d'une nouvelle estimation lorsque les estimations de la biomasse actuelle de panope sont mises à jour, de manière à utiliser les données les plus récentes (superficie du gisement, poids et densité moyenne de la panope).

- Dans le cas des gisements de panopes n'ayant pas fait l'objet d'un relevé, il faut estimer l'indice de stock par sous-gisement.
- Dans les gisements de panopes ayant fait l'objet d'un relevé, il faut estimer l'indice de stock par sous-gisement, ce qui sous-entend une estimation de la biomasse actuelle (B_c) par sous-gisement également.
- Il a été recommandé d'envisager d'utiliser des modèles probabilistes plutôt que les méthodes déterministes actuelles pour tenir compte de l'incertitude dans les intrants des calculs de la biomasse (densité, poids moyen, superficie du gisement) par rapport à la probabilité que l'indice de stock soit supérieur à 0,4.
- Compte tenu de l'incidence du poids moyen de la panope sur l'estimation de B', il est recommandé de mener une autre analyse des données sur le poids moyen de la panope et de déterminer comment le poids moyen est estimé aux fins d'utilisation dans l'estimation de B'.
- Il est recommandé de réaliser une autre recherche à l'appui des futures modifications potentiellement nécessaires du cadre d'évaluation du stock de panope en raison de l'expansion de l'aire de répartition de la loutre de mer sur la côte de la C.-B.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion du 15 au 16 mars 2017 sur la Mise à jour des méthodes d'estimation de l'indice de la taille du stock de panope (*Panopea generosa*). Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

Black, B.A., Copenheaver, C.A., Frank, D.C., Stuckey, M.J., Kormanyos, R.E. 2009. Multi-proxy reconstructions of northeastern Pacific sea surface temperature data from trees and Pacific Geoduck. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 278: 40-27.

Bureau, D., Hand, C.M., Hajas, W. 2012. Stock assessment framework for the British Columbia geoduck fishery, 2008. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/121: v + 79 p.

Goodwin, L., Bradbury, A. 2000. The time between successive crops (recovery time) of subtidal Geoducks (*Panopea abrupta*) in Puget Sound, Washington. Appendix 2 In Palazzi,

Hand, C.M., Bureau, D. 2012. Stock assessment framework for the British Columbia Geoduck fishery, 2002. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/120: vi + 33 p.

Hand, C.M., Dovey, G. 1999. A survey of Geoduck populations in the Elbow Bank and Yellow Bank area of Clayoquot Sound, West Vancouver Island, in 1994 and 1995. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2479: 33 p.

Orensanz, L.M., Hand, C.M., Parma, A.M., Valero, J., Hilborn, R. 2004. Precaution in the harvest of Methuselah's clams – the difficulty of getting timely feedback from slow-paced dynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1355-1372.

Zhang, Z., Hand, C. 2007. Determination of geoduck harvest rates using age-structured projection modeling. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/064: 49 p.

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2017

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2017. Mise à jour des méthodes d'estimation de l'indice de la taille du stock de panope (*Panopea generosa*). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2017/037.

Also available in English:

DFO. 2017. Update to estimation methods for Geoduck (Panopea generosa) stock index. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2017/037.